

PAT-NO: JP02000278080A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000278080 A  
TITLE: PIEZOELECTRIC DEVICE  
PUBN-DATE: October 6, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKATSUCHI, HEIJI	N/A
YASUIKE, RYOICHI	N/A
FURUKAWA, HIROAKI	N/A
SAIDA, HIROYASU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYO COMMUN EQUIP CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11080512

APPL-DATE: March 24, 1999

INT-CL (IPC): H03H009/19, H03H009/02 , H03H009/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric device wherein any outer force such as vibration or an impact or the deterioration of frequency stability due to the fluctuation of a use environment condition is prevented by reducing the influence of a thermal stress generated due to the difference of the thermal expansion ratios of the surface mounted container or the conductive adhesive and a crystal base plate to the minimum, with respect to a piezoelectric device having such a structure that a piezoelectric vibrating element such as a crystal vibrating element is supported in a cantilever state by using conductive adhesive in a surface mounted container.

SOLUTION: This piezoelectric device is provided with a piezoelectric vibrating element 1 constituted of a piezoelectric base plate 2 having thickness sliding vibration in which a recessed part 3 is formed at the arbitrary position of a main face, and the bottom face of the recessed part is formed as a thin plate region 4, and a thick reinforcing part 5 is formed at the outer periphery of the recessed part, and electrode films 6 for excitation formed on the both faces of the thin plate region of the piezoelectric base plate, and a surface mounted container 10 in which one end edge of the reinforcing part 5 of the piezoelectric vibrating element is supported in a cantilever. In this case, at least one groove 20 is formed between one end edge of the reinforcing part of the piezoelectric vibrating element and the thin plate region.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主面の任意の位置に凹陥部を形成して凹陥部の底面を薄板領域とすると共に、該凹陥部の外周に厚肉の補強部を設けた厚みすべり振動を有する水晶素板と、上記水晶素板の薄板領域の両面に夫々形成した励振用電極膜と、から成る水晶振動素子と、

上記水晶振動素子の補強部の一端縁を片持ち支持する表面実装容器と、

から成る圧電デバイスにおいて、

上記水晶振動素子の補強部の上記一端縁と薄板領域との間に少なくとも一つの溝を形成し、

片持ち支持される上記一端縁は、水晶素板の結晶軸 $z$ 、 $z'$ 上に沿った一端縁であり、

上記溝は、水晶素板の結晶軸 $z$ 、 $z'$ に対して $\pm(30 \pm 10)$ 度の傾斜を有した一辺を有した溝であることを特徴とする圧電デバイス。

【請求項2】 上記溝の深さを上記凹陥部の深さと同等に設定したことを特徴とする請求項1記載の圧電デバイス。

【請求項3】 上記水晶振動素子に使用する水晶素板は、ATカットであることを特徴とする請求項1又は2記載の圧電デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は表面実装型圧電デバイスの高周波化技術に関し、特に主面の一部に薄板領域を有した圧電素板を用いた圧電振動素子において、熱的、機械的応力変化に伴う周波数安定性を改善するための技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】水晶によって代表される圧電振動素子を用いた圧電振動子等の圧電デバイスは、圧電発振器や、共振器、或はフィルタとして、各種電子機器、とりわけ通信機器においては不可欠の主要パーツとして使用されている。近年では、高周波化の要求を満たす為に、圧電素板を超薄型化する一方で、超薄型化することによって低下する機械的強度を補う為の配慮がなされた圧電振動素子が種々提案されている。図6(a)及び(b)は従来の水晶振動子の構造を示す平面図、及びA-A断面図であり、この水晶振動子は、ATカット水晶材料を結晶軸である $x$ 、 $x'$ 軸と $z$ 、 $z'$ 軸に沿って矩形状または短冊状に形成して成る水晶振動素子1の $z$ 、 $z'$ 軸に沿った一端縁の両角隅部を、セラミック等から成る表面実装容器10の内底面に設けた電極10a上に導電性接着剤11を用いて片持ち状態で固着接続した構成を備えている。更に、表面実装容器10の開口は、金属蓋12により気密封止される。また、基本波振動での高周波化を実現する為には水晶素板2を薄く加工する必要があるが、素板全体をフィルム状に薄く加工することは機械加工技術の点において限界があり、仮にフィルム状の素板を製造した

としても取り扱いなどの作業性が極端に悪くなる。このため、図示したように水晶振動素子1を構成する水晶素板2の片面の一部を化学エッチングやイオンエッチング加工などの手法により任意の形状に凹陥せしめて、該凹陥部3の内底面に薄板領域(振動部)4を形成し、凹陥部3を包囲する外周部を厚肉の補強部(環状囲繞部)5としている。

【0003】水晶素板2の薄板領域4の上下面には、夫々任意の形状で圧電振動励起用の電極膜6を形成すると共に、各電極膜6から夫々引き出されたリード電極6aを圧電素板の上記両角隅部に延在させ、導電性接着剤11により各リード電極6aと容器側電極10aとを接続する。しかしながら、容器10の内底面にこの水晶振動素子1を直接実装する際に、容器10と、導電性接着剤11と、水晶素板2との各物理定数(特に熱膨張係数)の違いにより、例えば導電性接着剤をキュア(熱硬化)して常温に戻す際に応力が発生する。これらの応力は水晶素板2の薄板領域4に伝播し易く、その結果周波数変動をもたらす。またこれらの蓄積された応力は、振動・衝撃・使用環境条件などの影響により開放され易く、結果的に周波数の不安定要因となって出現し、短期的および長期的な周波数安定性が劣化する不具合をもたらしていた。特に、図示のように水晶振動素子を片持ち支持する場合は、接続する2点間に最大応力が発生し、その後、これらの応力は水晶素板全面に減衰しながら伝播するが、水晶素板の一部に薄板領域4を形成した場合の応力感度は薄板領域の厚みに反比例して増大し、例えば高周波出力を水晶素板の基本波振動により得ようとする場合、例えば156MHzを得ようとする場合には水晶素板2の薄板領域4の厚さは約 $10\mu\text{m}$ となり、更に高周波化を図る場合には薄板領域4は更に一層薄くなる。なお、これらの関係は、「薄板領域厚み」=「周波数定数」/「周波数」で表される。このように水晶素板の薄板領域4が薄くなるのに伴って、前記応力は薄板領域4に集中して大きくなり、周波数変動の幅もこれに比例して極めて大きくなるという欠点があった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、水晶振動素子等の圧電振動素子を表面実装容器内に導電性接着剤を用いて片持ち状態で支持した構造の圧電デバイスにおいて、表面実装容器や導電性接着剤と水晶素板の熱膨張率の差から生じる熱応力の影響を最小に止めて、振動や衝撃等の外力や、使用環境条件の変動に起因した周波数安定性の低下を防止した圧電デバイスを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1の発明は、主面の任意の位置に凹陥部を形成して凹陥部の底面を薄板領域とすると共に、該凹陥部の外周に厚肉の補強部を設けた厚みすべり振動を有する

水晶素板と、上記水晶素板の薄板領域の両面に夫々形成した励振用電極膜と、から成る水晶振動素子と、上記水晶振動素子の補強部の一端縁を片持ち支持する表面実装容器と、から成る圧電デバイスにおいて、上記水晶振動素子の補強部の上記一端縁と薄板領域との間に少なくとも一つの溝を形成し、片持ち支持される上記一端縁は、水晶素板の結晶軸 $zz'$ 上に沿った一端縁であり、上記溝は、水晶素板の結晶軸 $zz'$ に対して $\pm(30 \pm 10)$ 度の傾斜を有した一辺を有した溝であることを特徴とする。請求項2の発明は、上記溝の深さを上記凹陥部の深さと同等に設定したことを特徴とする。請求項3の発明は、上記水晶振動素子に使用する水晶素板は、ATカットであることを特徴とする。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示した実施の形態により詳細に説明する。図1(a)及び(b)は本発明の一実施形態としての圧電デバイスの要部平面図、及びB-B断面図であり、この圧電デバイスは、表面実装用にパッケージ化された水晶振動子である。この水晶振動子は、水晶振動素子1と、この水晶振動素子1を収納した表面実装容器10と、表面実装容器10の開口を気密封止する金属蓋12とから構成された表面実装用圧電デバイスである。水晶振動素子1を構成する水晶素板2は、ATカット水晶材料を結晶軸である $xx'$ 軸と $zz'$ 軸に沿って矩形状または短冊状に形成したものであり、その片面の一部を化学エッチングやイオンエッチング加工などの手法により任意の形状に凹陥せしめて、該凹陥部3の内底面に薄板領域(振動部)4を形成し、凹陥部3を包囲する外周部を厚肉の補強部(環状囲繞部)5としている。更に、水晶素板2の薄板領域4の上下面には、夫々任意の形状で圧電振動励起用の電極膜6を形成すると共に、各電極膜6から夫々引き出されたリード電極6aを圧電素板の上記両角隅部に延在させている。上記水晶振動素子1の $zz'$ 軸に沿った一端縁の両角隅部に夫々位置するリード電極6aを、セラミック等から成る表面実装容器10の内底面に設けた電極10a上に導電性接着剤11を用いて片持ち状態で固着接続した上で、容器開口を金属蓋12により気密封止することにより、水晶振動子1は完成される。

【0007】図1に示した形態例の水晶素板2の補強部5は、容器内底面によって片持ち支持される $zz'$ 軸に沿った一端縁側が広い面積の張出し部5Aとなっており、この張出し部5A上に所要形状の溝20を形成した構成が特徴的である。この溝20は、1本又は複数(この例では2本)のV字溝であり、各V字溝20を構成する左右2本の直線溝20a、20bは、水晶素板2の $zz'$ 軸に対して夫々 $30 \pm 10$ 度( $zz'$ 軸方向)及び $-30 \pm 10$ 度( $xx'$ 軸方向)へ延びる傾斜角度(以下、これらの角度を単に $\theta$ と称する)を有している。上記溝20は、水晶素板2上に凹陥部3を化学エッチング

やイオンエッチングにより形成する際に、適当なマスクを用いて凹陥部3と同時に一括形成することができる。従って、溝20の深さは凹陥部3の深さと同等になる。なお、溝20の本数、各直線溝20a、20bの幅、長さ等々の条件は、種々変更可能であり、図示のものに限定される訳ではない。

【0008】本実施の形態では、凹陥部3と片持ち支持端縁との間に位置する張出し部5A上に所要形状の溝20を形成したので、表面実装容器10及び導電性接着剤11と、水晶素板の熱膨張係数差に起因して、導電性接着剤による接着部分に集中して発生した応力が水晶素板の全面に伝播してゆく過程で、これらの溝20によって吸収緩和されて減衰されることとなる。その結果、衝撃、振動、使用環境変化等の外部環境要因によって応力が開放されて変化することにより変動する周波数の幅が小さくなり、周波数安定性を高めることができる。また、この水晶振動素子を備えた水晶振動子をリフロー等の高温環境にさらしたとしても、応力の発生、伝播を抑えることができる為に、短期的な周波数変動が小さくなる。更に、水晶振動素子が実装容器内に片持ち支持される際に水晶素板側に発生して伝播する応力が溝20の減衰作用により減少する為、長期的な応力開放による周波数変動をも小さくすることができ、安定して高精度な振動子を得ることが可能となる。また、溝と凹陥部を同時に形成できる為、従来と同等のコストにて溝を付加した水晶素板を製造できるメリットを有する。

【0009】次に、図2(a)及び(b)は夫々本発明の第2の実施の形態に係る水晶素板の平面図であり、まず図2(a)の水晶素板2はその張出し部5A上に、結晶軸 $zz'$ に対して所定角度 $\theta$ の傾斜を有した直線状の溝25を所定間隔で平行に複数本配置した構成を有している。溝25の本数は一本であってもよいし、各溝25の長さは種々選定可能である。また、図2(b)の水晶素板2は結晶軸 $zz'$ に対して角度 $+\theta$ の傾斜を有した複数の直線状の溝30と、結晶軸 $zz'$ に対して角度 $-\theta$ の傾斜を有した複数の直線状の溝31を格子状に交差させて配置した例を示している。各溝30、31の本数は夫々一本であってもよい。図2(a)(b)に夫々示した溝25、30、31は図1の形態例の場合と同様に所要のマスクを施した上でエッチングにより凹陥部3と同時に一括して形成する。また、このようにして製造した水晶素板2に対して図1に示した如き電極膜6、リード端子6aを施すことにより、水晶振動素子が構成される。この実施の形態の効果は、図1の実施の形態について述べたことと同様に、各溝25、30、31が備えた応力伝播の減衰効果によって水晶振動子の周波数安定性と、精度を良好に維持することが可能となる点にある。

【0010】次に、図3は他の実施の形態に係る水晶素板であり、この形態例の水晶素板の張出し部5A上には直角三角形形状の溝40、41が左右対称となる関係で配

置されている。一方の三角形の溝40は、 $zz'$ 軸に対して $-\theta$ の傾斜角度を有した斜辺40aを有し、他方の三角形の溝41は、 $zz'$ 軸に対して $+\theta$ の傾斜角度を有した斜辺41aを有する。また、底辺40b、41bは $zz'$ と平行である。この実施の形態の効果は、図1、図2の実施の形態について述べたことと同様に、溝40、41が備えた応力伝播の減衰効果によって水晶振動子の周波数安定性と、精度を良好に維持することが可能となる点にある。

【0011】次に、図4(a)(b)及び(c)は夫々張出し部上に任意の形状の溝を形成した水晶素板の例を示しており、(a)は2つの矩形の溝45を所定の間隔を隔てて左右に配置した例であり、(b)は略円弧状(U字状)の溝46を配置した例であり、(c)は円形、長円形、或は楕円形の溝47を3個配置した例である。図4(a)においては、矩形の溝45の個数、形状、サイズ、配置などは図示のものに限定されない。図4(b)においては、円弧状の溝46の形状、本数、配置角度等の条件は種々変更可能である。また、図4(c)においては、溝47の個数、配置等は種々変更可能である。この実施の形態の効果は、図1、図2の実施の形態について述べたことと同様に、溝40、41が備えた応力伝播の減衰効果によって水晶振動子の周波数安定性と、精度を良好に維持することが可能となる点にある。なお、上記した各実施の形態では、水晶素板の片面にのみ凹陥部を形成した例を示したが、一枚の水晶素板の両面側に凹陥部を形成して対向配置させたタイプの圧電素板の張出し部上に各形態例の溝を形成してもよく、同様の効果を得ることができる。更に、溝の深さは凹陥部3の深さと同様にしておけば、所望の応力吸収効果を十分に発揮することができるが、溝だけを貫通させて穴状に構成してもよい。従って、請求の範囲において溝とは、穴をも含む概念である。

【0012】次に、上記各実施の形態において、各溝を構成する辺の内の少なくとも一辺の傾斜角度 $\theta$ として、 $zz'$ 軸に対して夫々 $30 \pm 10$ 度( $zz'$ 軸方向)、或は $-30 \pm 10$ 度( $xx'$ 軸方向)という値を選定した理由を図5に基づいて説明する。即ち、図5は、水晶素板の結晶軸のうちのY軸上で $zz'$ 軸を回転させた場合の応力感度Kを表した図であり、傾斜角度 $\theta$ が $+30$ 度、及び $-30$ 度近辺にある時に、感度Kが零に近づいて応力の影響を受けにくくなることを示している。そこで、本発明では、各実施の形態の溝、或は溝の一辺の傾斜方向が、Y軸上で $zz'$ 軸を $\pm(30 \pm 10)$ 度の範囲で回転させた角度方向となるように構成して、傾斜した溝の辺に伝播してきた応力を集中させることにより見かけ上の応力に対する感度を限りなく零に近づけるようにしている。この結果として、水晶振動素子の周波数の安定性を向上させることができる。なお、本発明の各実施の形態において水晶素板の張出し部5A上に形成せん

とする全ての溝は、その形状、配置等の諸条件が、接着剤11を塗布した領域から十分に離間していて相互に干渉しないことが必要である。即ち、接着剤が溝内に流入したり、接着領域に溝が完了することにより、溝の応力緩衝機能や、接着剤の接着能力が低下することがないように両者の位置関係等の諸条件を予め配慮することが肝要である。

#### 【0013】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、水晶素板等の圧電素板の少なくとも片面に凹陥部を形成すると共に、凹陥部内底面の薄板領域に励振用の電極膜を形成して成る圧電振動素子を、片持ち状態で表面実装容器内に接着支持したときに、振動、衝撃等の外力や、リフロー時の熱等が加わった時における短期的な安定性や、長期的なエージング安定性を維持して、高精度、高安定な圧電デバイスを安価に提供することが可能となる。即ち、請求項1の発明は、主面の任意の位置に形成した凹陥部の外周に形成した厚肉の補強部の面上に、少なくとも一つの溝を形成したので、表面実装容器や導電性接着剤と水晶素板の熱膨張率の差から生じる熱応力の影響を最小に止めて、振動や衝撃等の外力や、使用環境条件の変動に起因した周波数安定性の低下を防止することができる。特に、圧電素板として水晶素板を用い、片持ち支持される上記一端縁は、水晶素板の結晶軸 $zz'$ 上に沿った一端縁であるため、上記溝を構成する一辺を結晶軸 $zz'$ に対して所定の範囲内で傾斜させることにより、応力緩衝効果を発揮できる。また、更に溝は、水晶素板の結晶軸 $zz'$ に対して $\pm(30 \pm 10)$ 度の傾斜を有した一辺を有した溝であるため、傾斜した溝の辺に伝播してきた応力を集中させることにより見かけ上の応力に対する感度を限りなく零に近づけ、水晶振動素子の周波数の安定性を向上させることができる。請求項2の発明では、上記溝の深さを上記凹陥部の深さと同等に設定した。この溝は凹陥部をエッチング等により製造することにより同時に一括して製造できるので、製造コスト等の点でメリットを提供する。請求項3では、水晶素板をATカットとしたので、水晶振動子等に適用した場合に信頼性を高めて製品としての価値を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)及び(b)は本発明の一実施形態としての圧電デバイスの要部平面図、及びB-B断面図。

【図2】(a)及び(b)は夫々本発明の第2の実施の形態に係る水晶素板の平面図。

【図3】他の実施の形態に係る水晶素板の説明図。

【図4】(a)(b)及び(c)は夫々張出し部上に任意の形状の溝を形成した水晶素板の例を示す図。

【図5】水晶素板の結晶軸のうちのY軸上で $zz'$ 軸を回転させた場合の応力感度Kを表した図。

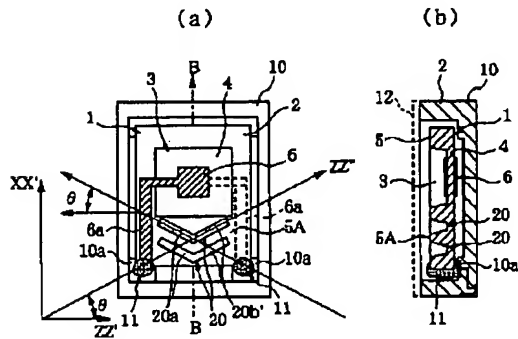
【図6】(a)及び(b)は従来の水晶振動子のパッケージ構造を示す平面図、及びA-A断面図。

## 【符号の説明】

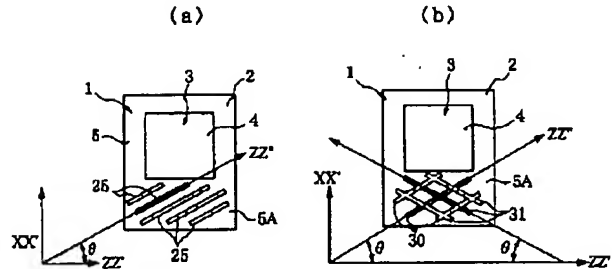
1 水晶振動素子、2 水晶素板、3 凹陷部、4 薄板領域（振動部）、5 補強部（環状囲繞部）、5A 張出し部、6 電極膜、6a リード電極、10 表面実

装容器、11 導電性接着剤、12 金属蓋、20 溝、20a、20b 直線溝、25 溝、30、31 溝、40、41 溝、45、46、47 溝。

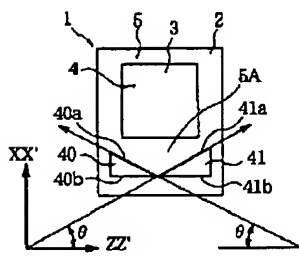
【図1】



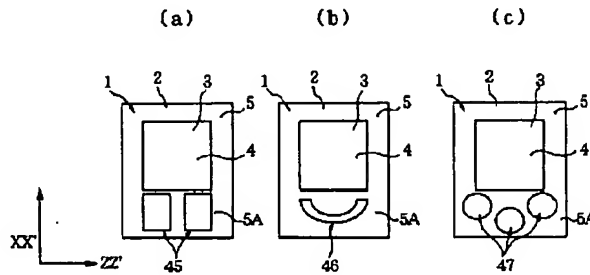
【図2】



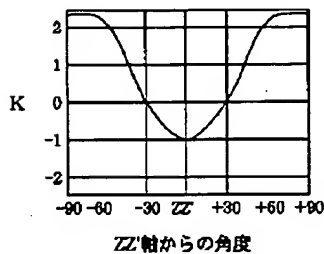
【図3】



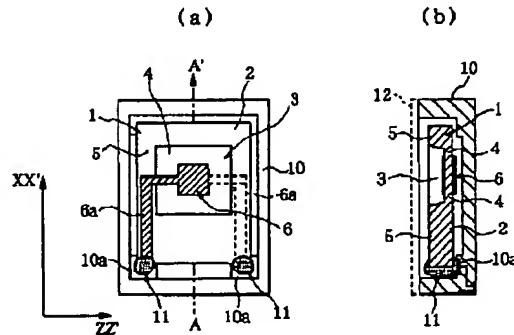
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 古川 弘明  
神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号  
東洋通信機株式会社内

(72)発明者 斎田 裕康  
神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号  
東洋通信機株式会社内

Fターム(参考) 5J108 AA04 BB02 CC04 CC09 DD02  
EE03 EE07 EE18 GG03 GG14  
GG16 KK01